ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202308.00069v1

国家标本资源共享平台（NSII）支撑生物多样性科学研究的成效分析

金冬梅[1,2]，杨灵[1,2]，许哲平[3,4]，肖翠[1,2,5]，罗茂芳[1,2,6]，马克平[1,2*]

（1. 中国科学院植物研究所，植被与环境变化国家重点实验室，北京 100093；2. 国家植物园，北京 100093；3. 中国科学院文献情报中心，北京 100190；4. 学术期刊新型出版与知识服务重点实验室，北京 100190；5. 北京林业大学 生态与自然保护学院，北京 100083；6. 中国科学院生物多样性委员会，北京 100093）

摘　要：随着生物多样性信息学的迅速发展，越来越多开放的生物数据得以被科研人员使用。以一个公开数据平台为例分析我国生物多样性领域的研究热点与发展趋势，有助于生物多样性工作者和决策者及时了解我国生物研究的现状及动向，为生物多样性建设提供决策支持。该文以“国家标本资源共享平台（NSII）”及相关词为检索对象，对中国知网和谷歌学术上2013—2023 年间的文献进行全文检索，共检索出 1 070 篇 NSII 支撑的文献，包括期刊论文（822 篇）、学位论文（233 篇）、科普文章（5 篇）、会议文章（6 篇）和报道（4 篇）。基于 NSII 支撑的 822 篇期刊论文，通过文献计量学的手段和方法，从发文情况、研究主题与热点、研究机构等方面探究 NSII 支撑的生物多样性研究现状、热点与态势。关键词共现网络图谱分析结果显示，基于数据平台的生物多样性研究热点集中在物种分布分析和建模、气候变化、分类学、生物多样性研究、研究平台建设五个方面。当前我国生物多样性信息学领域发展较快，未来仍需从数据源建设、资源整合、共享能力、业务能力和国际合作等方面努力提升，持续推动生物多样性科学研究的发展。

关键词：生物多样性信息学，生物多样性研究，国家标本资源共享平台（NSII），数据

中图分类号：Q94　　　　**文献标识码：**A

Analysis of the effectiveness of the National Specimen Information Infrastructure (NSII) in supporting scientific research on biodiversity

JIN Dongmei[1,2], YANG Ling[1,2], XU Zheping[3,4], XIAO Cui[1,2,5], LUO Maofang[1,2,6], MA Keping[1,2*]

(1. *State Key Laboratory of Vegetation and Environmental Change, Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093, China; 2. *China National Botanical Garden*, Beijing 100093, China; 3. *National Science Library, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100190, China; 4. *Key Laboratory of New Publishing and Knowledge Services for Scholarly Journals*, Beijing 100190, China; 5. *School of Ecology and Nature Conservation, Beijing Forestry University*, Beijing 100083, China; 6. *Biodiversity Committee, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093, China)

基金项目：“一带一路”国际科学组织联盟联合研究合作专项（ANSO-PA-2020-10）；中国科学院战略性先导科技专项（XDA19050404）；国家植物标本资源中心项目（E0117G1001）；中国科学院文献情报能力建设专项“研发数据组织与分析挖掘的智能技术”（E1290002）。

第一作者：金冬梅（1989-），硕士，研究方向为野生动植物保护与利用，（E-mail）jindongmei@ibcas.ac.cn。

*****通信作者：**马克平，博士，研究员，研究方向为生物多样性与植物生态学，（E-mail）kpma@ibcas.ac.cn。

ChinaXiv合作期刊

Abstract: With the rapid development of biodiversity informatics, more and more open biological data can be used by researchers. Taking an open data platform as an example, analyzing the research hotspots and development trends in the field of biodiversity in China will help biodiversity researchers and policy-makers keep abreast of the current status and trends of biological research, and provide decision support for the construction of biodiversity in China. We searched the full text of the literature in CNKI and Google Scholar from 2013 to 2023 with the relevant search terms of "National Specimen Information Infrastructure (NSII)", and retrieved a total of 1 070 NSII-supported literature, including journal articles (822), dissertations (233), popular science articles (5), conference articles (6) and reports (4).Through the means and methods of bibliometrics, the 822 journal articles supported by NSII are explored from the aspects of publication status, research topics and hot spots, research institutions, etc., to explore the current status, hot spots and trends of biodiversity research supported by NSII. According to the results obtained from the keyword co-occurrence network map, the research hotspots of biodiversity focus on the analysis and modeling of species distribution, climate change, taxonomy, biodiversity research, and platform construction. Biodiversity informatics is developing rapidly in China, in the future, it is still necessary to improve data source construction, resource integration, sharing capability, professional competence, and international cooperation to promote the development of biodiversity scientific research continuously.

Keywords： biodiversity informatics, biodiversity research, National Specimen Information Infrastructure (NSII), data

生物多样性数据是生物多样性研究的基础。在传统的科学研究中，数据产生于野外调查或实验室。随着计算机的发展，标本、野外笔记、手绘地图及其他形式记载生物多样性信息的凭证被数字化，分散在标本馆、博物馆、图书馆、书籍及研究报告中的数据被集中整合和不断挖掘（Maldonado et al., 2015; Wang et al., 2017），生物多样性信息学由此产生（许哲平等，2014）。随着生物多样性信息学飞速发展，越来越多的数据平台不断涌现并逐渐成熟，产生了大量开放的科学数据。这些数据经过清理-标准化-共享后，能被更多科研人员使用（Altman & Crosas, 2013; Hampton et al., 2013; 张东方等，2017）。利用开放数据进行科学研究已经成为一种新的科研范式。

国家标本资源共享平台（简称 NSII，https://www.nsii.org.cn/）是我国第一批以数据为导向的国家科技基础条件平台之一。2003 年以项目的形式开始建设，2013 年正式开通线上网站共享数据。NSII 汇集了植物、动物、教学、自然保护区、岩矿化石和极地等不同来源的标本、名录、文献和图片信息等数据，完成了我国生物标本从实体到数字化的转变，发展为亚洲最大的标本数据平台（肖翠等，2017；肖翠等，2018）。截至 2023 年 4 月 1 日，NSII 网站已拥有超过 1 644 万条标本记录、682 万张标本图片、1 954 万张彩色照片、10 万份文献信息及 2 884 段视频。NSII 作为国内物种标本数据最多且完全公开的数据网站，NSII 及其数据的引用情况可以在很大程度上反映生物多样性领域的研究热点和用户对于生物多样性数据的关注方向。2019 年，为完善科技资源共享服务体系，推动科技资源向社会开放共享，科技部和财政部对原有国家科技基础条件平台进行优化调整，形成 20 个国家科学数据中心和 30 个国家生物种质与实验材料资源库，其中与生物多样性信息学相关的国家科技资源共享服务平台有 19 个。以 NSII 为例，科学分析生物数据平台的数据引用情况，可以更好地为新建数据中心提供更多实践经验。

文献是反映一个领域研究热点最直接的载体，利用科学计量方法对一个公开数据平台进行分析可以宏观把握并深入了解该数据平台的服务现状、热点与发展态势（马雪梅等，2023）。本文从文献计量角度对 NSII 支撑的文献（本文将文中凡是提及 NSII 相关检索词的文献均视

chinaXiv:202308.00069v1

chinaXiv:202308.00069v1

为 NSII 支撑的文献，不仅限于引用了 NSII 数据的文献）进行梳理和总结，从发文情况、研究地理尺度、研究对象类型、研究热点、研究机构、基金支持、研究团队等方面，全面分析 NSII 的数据引用现状、热点和趋势，以期为“十四五”期间我国生物多样性建设提供更多的理论指导和建议（齐萍和刘海涛，2021；杨林生等，2022；李权荃等，2023）。

1 数据与方法

1.1 数据来源

本研究以中国知网和谷歌学术为来源数据库，以 NSII 相关的中文和英文文献为研究对象。在充分调研生物领域科学研究和知识应用现状的基础上，确定文献检索词为“国家标本资源共享平台”“国家标本共享平台”“国家标本馆”“国家标本库”“国家标本平台”“国家标本资源平台”“nsii.org.cn”“NSII”“National Specimen Information Infrastructure”，被检索文献发表的时间范围为 2013—2023 年，文献类型包括期刊论文、学位论文、科普文章、会议文章和报道，检索日期截至 2023 年 4 月 1 日。经过去重、清洗和人工核查后，最终确定 1 070 份文献作为最终的研究对象进入 NSII 支撑的文献数据库中。数据库的主要字段包括标题、年份、文献类型、期刊名称、第一作者、通讯作者、国籍、研究类型、研究地理尺度、研究对象类型、基金等（数据库见网址 http://nsii.org.cn/2017/dataservice.php）。

1.2 分析方法

本文利用 Excel 和 VOSviewer 软件开展文献计量和可视化分析。采用 Excel 对文献信息进行结构化存储、管理与统计，对发文期刊、基金资助来源、研究团队、研究机构、关键词等直接进行提取和分析；对文献中提及的研究地理尺度进行人工识别和标注，用于分析研究对象所涉及的地理尺度；对文献的研究对象进行人工识别与标注，用于分析研究人员关注的类群；对文献中提及的其他数据库也进行了人工识别与标注，用于分析生物数据库的黏连性。关键词能直观反映文献的研究对象或研究主题，分析关键词聚类情况可以反映出研究热点。利用 VOSviewer 软件制作的关键词共现网络图谱能将关键词聚类情况进行直观展示，从而揭示研究热点，图谱中的结点代表关键词出现的频率，结点大小代表关键词出现的次数多少，结点间的连线代表关键词之间的关系（van Eck & Waltman, 2010）。

2 结果分析

2.1 发文基本情况

2013—2023 年，NSII 支撑了 822 篇期刊论文、233 篇学位论文、5 篇科普文章、6 篇会议文章和 4 篇报道的发表。由于期刊论文更能代表学科领域内的研究水平，故本文统计了 NSII 支撑的论文在不同期刊上的发文量。统计结果显示，《生物多样性》、*Frontiers in Plant Science*、《广西植物》、《科研信息化技术与应用》4 种期刊发文量最多，发文量排名前 20 的期刊见表 1。

表 1　发文量排名前 20 的期刊

Table 1　Top 20 journals with published articles

期刊 Journal	发文量 No. of articles	期刊 Journal	发文量 No. of articles
生物多样性	43	*Mitochondrial DNA Part B*	13
Frontiers in Plant Science	19	*Plant Diversity*	12
广西植物	19	*Science of the Total Environment*	12
科研信息化技术与应用	19	*Scientific Reports*	12

生态学报	16	*Phytotaxa*	11
Ecology and Evolution	16	生态学杂志	10
Forests	16	植物资源与环境学报	10
PhytoKeys	16	植物科学学报	9
Ecological Indicators	14	中国野生植物资源	9
Global Ecology and Conservation	14	*Biological Conservation*	9

NSII 支撑发表的 822 篇期刊论文中有 767 篇提及资助的基金项目。为统计分析基金项目资助情况，将这些基金项目归为六大类：部委及科研院所项目、省市级项目、高校项目、国际合作项目、企业项目及其他类型。经统计发现，部委及科研院所项目资助产出的论文数量最多，为 628 篇。其次是省市级项目资助，为 355 篇。高校项目、国际合作项目资助产出的论文数量较少，分别为 83 篇和 22 篇。不属于以上五类的基金项目划分到其他类型，共资助产出论文 59 篇。

2.2 研究地理尺度

通过人工标识，对 822 篇期刊论文按研究地理尺度进行了统计分析。结果显示，支持全球尺度、国家尺度、区域尺度和其他尺度研究的发文量分别为 80 篇、267 篇、327 篇及 148 篇。本文所指的全球尺度是指研究区域涉及两个或两个以上国家；国家尺度是指把某一整个国家作为研究区域；区域尺度是指研究区域的地理尺度在县级或县级以上，但在国家尺度以下；其他尺度是指未提及或未明确提及研究区域。

2.3 研究对象类型

通过人工标识，将 822 篇期刊论文按研究对象做了统计分析。结果显示，NSII 分别支持了植物研究（670 篇）、动物研究（45 篇）、生物研究（42 篇）、微生物研究（9 篇）和其他类型研究对象（如陨石、博物馆、植被等）的研究（56 篇），其中支持植物研究的发文量占期刊论文总量的 81.51%。对于同一篇论文，如果研究对象包括植物、动物、微生物中的两类或三类，本文将其研究对象归为生物；而如果研究对象仅涉及植物、动物、微生物中的某一类，则不把研究对象归为生物。

2.4 研究热点及其演变

为了精细化探究 NSII 支撑的研究的热点方向，本文分别对 402 篇中文期刊论文和 420 篇英文期刊论文（本文中所指的中、英文期刊论文分别为采用中文语言或英文语言在学术期刊上发表的论文）的关键词进行分析。根据关键词共现网络图谱（图 1、图 2）可以发现，2013—2023 年 NSII 支撑的期刊论文在生物多样性领域的热点研究主题可概括为五个方面，分别是物种分布分析和建模、气候变化、分类学、生物多样性研究、研究平台建设。

chinaXiv:202308.00069v1

chinaXiv:202308.00069v1

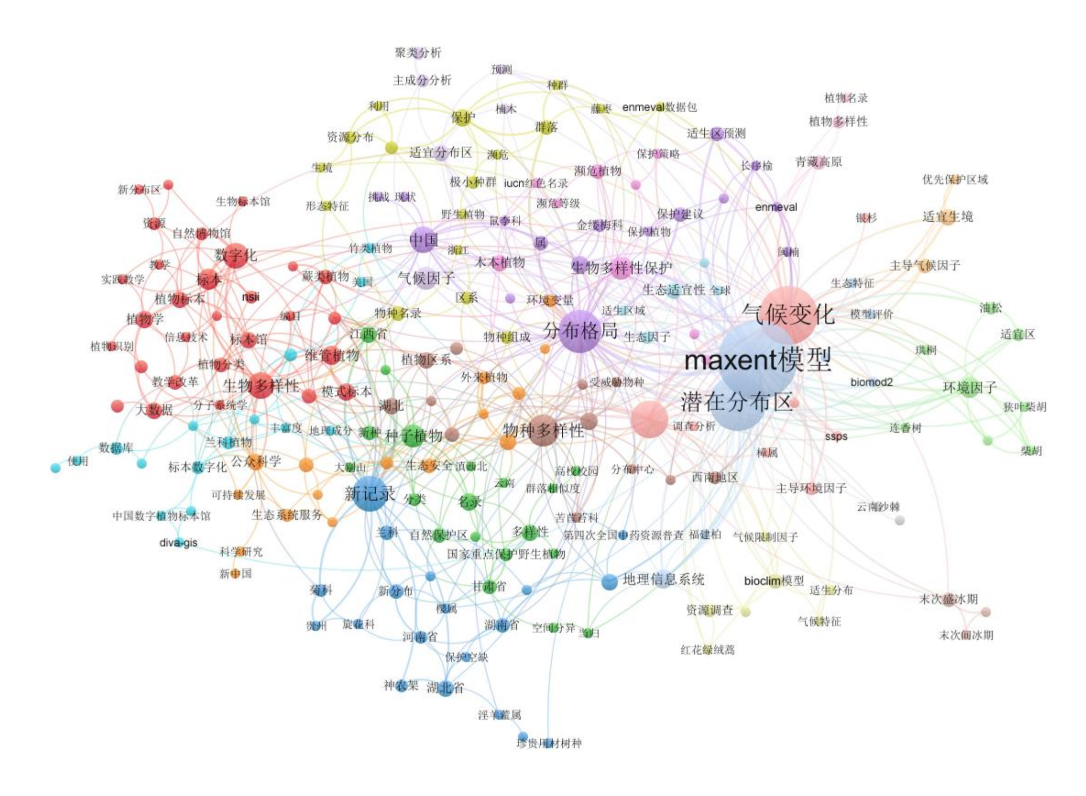


图 1　2013—2023 年 NSII 支撑的中文期刊论文研究热点

Fig. 1　Research hotspots of Chinese journal articles supported by NSII from 2013 to 2023

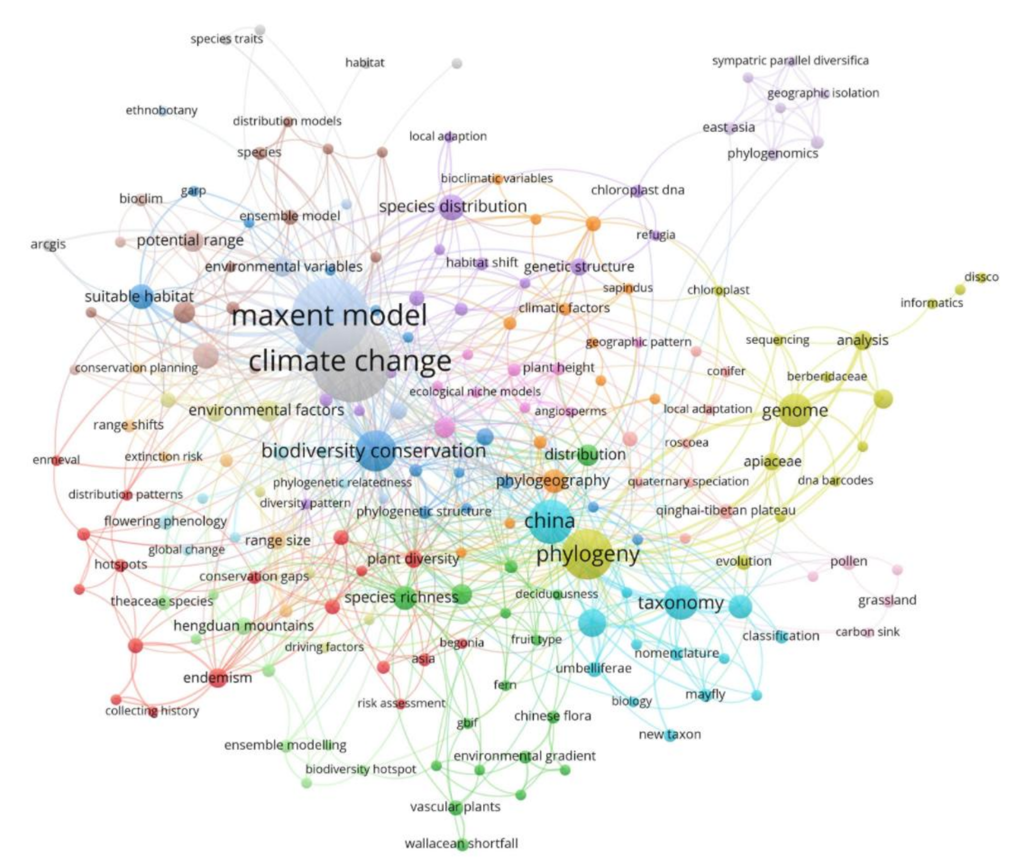


图 2　2013—2023 年 NSII 支撑的英文期刊论文研究热点

Fig. 2　Research hotspots of English journal articles supported by NSII from 2013 to 2023

对中、英文期刊论文的关键词出现频次分别进行量化分析发现，关键词包括 MaxEnt 模型（MaxEnt model）和气候变化（climate change）的论文数量最多。MaxEnt 模型属于物种分布分析与建模主题，该主题对应的关键词还包括潜在分布区（potential distribution）、分布格局、species distribution、地理分布（geographical distribution）、ArcGIS 等。其次是气候变化主题，关键词包括气候变化（climate change）、气候因子、生境、适生区、environmental factors 等。分类学主题的关键词包括新记录、植物分类、馆藏标本、系统发育等。生物多样性研究主题的关键词包括物种多样性（species diversity）、生物多样性、生物多样性保护（biodiversity conservation）、endangered species 等。研究平台建设主题的关键词包括数字化、数据库、公众科学等。2013—2023 年 NSII 支撑的中、英文期刊论文频次排名前 30 的关键词见表 2 和表 3。

表 2　2013—2023 年 NSII 支撑的中文期刊论文排名前 30 的关键词

Table 2　Top 30 keywords of Chinese journal articles supported by NSII from 2013 to 2023

关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keywords	词频 Keyword frequency
MaxEnt 模型	116	维管植物	7
气候变化	63	地理信息系统	7
潜在分布区	60	植物学	6
分布格局	34	特有种	6
地理分布	26	模式标本	6
新记录	23	名录	6
物种多样性	19	保护	6
中国	13	ArcGIS	6
生物多样性	13	生态适宜性	5
数字化	12	湖北	5
生物多样性保护	10	江西省	5
气候因子	10	大数据	5
种子植物	10	木本植物	5
环境因子	8	药用植物	5
标本	8	植物区系	5

表 3　2013—2023 年 NSII 支撑的英文期刊论文排名前 30 的关键词

Table 3　Top 30 keywords of English journal articles supported by NSII from 2013 to 2023

关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keyword	词频 Keyword frequency
climate change	115	environmental factors	8
MaxEnt model	105	distribution	8
phylogeny	41	potential distribution	8
China	32	species diversity	7
biodiversity conservation	28	evolutionary history	7
taxonomy	20	environmental variables	7
genome	19	endemism	6
morphology	13	complete chloroplast	6
habitat suitability	11	analysis	6
species distribution	11	hengduan mountains	6

chinaXiv:202308.00069v1

suitable habitat	10	genetic structure	5
new species	9	geographical distribution	5
phylogeography	9	range size	5
species richness	9	endangered species	5
potential range	8	plant diversity	5

从年度关键词演变（表 4 和表 5）来看，近 5 年频次排名前 5 的中文期刊论文关键词依次是：MaxEnt 模型、气候变化、潜在分布区、分布格局、地理分布。从时间演化情况来看，MaxEnt 模型、气候变化在 2018—2021 年的中文发文量一直呈现上升趋势，在 2022 年数量略有下降。近 5 年频次排名前 5 的英文期刊论文关键词依次是 climate change、MaxEnt model、phylogeny、China、biodiversity conservation。从时间演化情况来看，MaxEnt model 和 climate change 在 2018—2022 年的英文发文量一直呈现上升趋势。综合来看，MaxEnt 模型、气候变化既是中、英文热点词，也是年度热点词，均为 NSII 支撑的研究热点。

表 4　NSII 支撑的中文期刊论文近 5 年年度高频关键词

Table 4　Annual high-frequency keywords of Chinese journal articles supported by NSII in the past 5 years

2018		2019		2020		2021		2022	
关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keyword	词频 Keyword frequency	关键词 Keyword	词频 Keyword frequency
MaxEnt 模型	9	MaxEnt 模型	16	MaxEnt 模型	22	MaxEnt 模型	32	MaxEnt 模型	29
潜在分布区	6	气候变化	11	气候变化	10	气候变化	19	潜在分布区	18
地理分布	3	分布格局	8	潜在分布区	9	潜在分布区	15	气候变化	14
分布格局	3	潜在分布区	8	新记录	6	分布格局	8	地理分布	8
新记录	3	数字化	3	分布格局	4	新记录	6	物种多样性	8
气候变化	2	保护建议	3	地理分布	4	物种多样性	6	生物多样性	6
气候因子	2	生物多样性保护	3	环境因子	3	中国	3	分布格局	5
物种累积曲线	2	适宜生境	3	种子植物	3	标本馆	3	中国	5
NSII	2	物种多样性	3	物种名录	2	生态适宜性	3	维管植物	5
种子植物	2	模式标本	2	中国	2	馆藏标本	3	兰科	4

表 5　NSII 支撑的英文期刊论文近 5 年年度高频关键词

Table 5　Annual high-frequency keywords of English journal articles supported by NSII in the past 5 years

2018		2019		2020		2021		2022	
关键词	词频	关键词	词频	关键词	词频	关键词	词频	关键词	词频

chinaXiv:202308.00069v1

Keyword	Keyword frequency	Keyword	Keyword frequency	Keyword	Keyword frequency	Keyword	Keyword frequency	Keyword	Keyword frequency
MaxEnt model	6	genome	6	climate change	20	climate change	27	MaxEnt model	47
climate change	6	phylogeny	6	MaxEnt model	14	MaxEnt model	20	climate change	45
China	4	MaxEnt model	5	China	10	phylogeny	15	biodiversity conservation	11
phylogeny	4	Climate change	5	taxonomy	4	biodiversity conservation	7	phylogeny	6
species richness	3	China	4	species distribution	4	taxonomy	7	suitable habitat	5
phylogeography	3	complete chloroplast	3	phylogeny	3	China	6	China	5
plant diversity	2	analysis	3	biodiversity conservation	3	habitat suitability	6	phylogeography	4
distribution	2	taxonomy	3	endangered species	3	genome	5	environmental factors	4
endemism	2	Biodiversity conservation	3	genome	2	environmental variables	4	Geographical distribution	4
evolution	2	morphology	2	DiSSCo	2	Range shifts	3	distribution	4

2.5 研究团队情况

本文对 NSII 支撑的期刊论文的研究团队和国籍进行了统计分析。以通讯作者和第一作者共同作为研究团队的代表，分别统计分析中、英文期刊论文的研究团队情况（图 3、图 4），并对发表论文量最多的前 20 名通讯作者中所涉及的英文姓名进行翻译，以合并相同作者。统计结果显示，四川大学的何兴金（He Xingjin）团队、北京大学的王志恒（Wang Zhiheng）团队、中国科学院植物研究所的马克平（Ma Keping）团队、中国医学院科学院北京协和医学院药用植物研究所的黄林芳（Huang Linfang）团队和中国科学院成都生物研究所的潘开文（Pan Kaiwen）团队使用 NSII 数据发表论文数量最多，发文量排名前 20 的研究团队见表 6。

chinaXiv:202308.00069v1

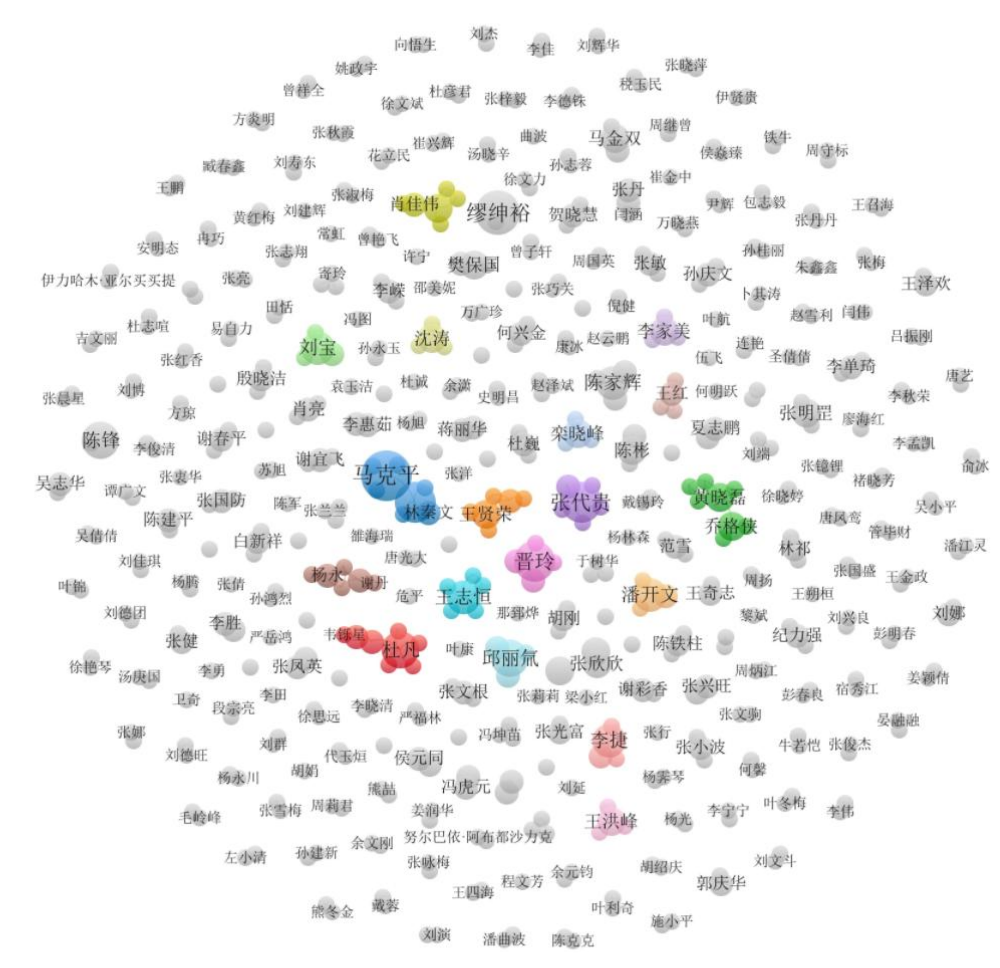


图 3　2013—2023 年使用 NSII 数据发表中文期刊论文的研究团队

Fig. 3　Research teams that cited NSII data to publish Chinese journal articles from 2013 to 2023

chinaXiv:202308.00069v1

chinaXiv:202308.00069v1

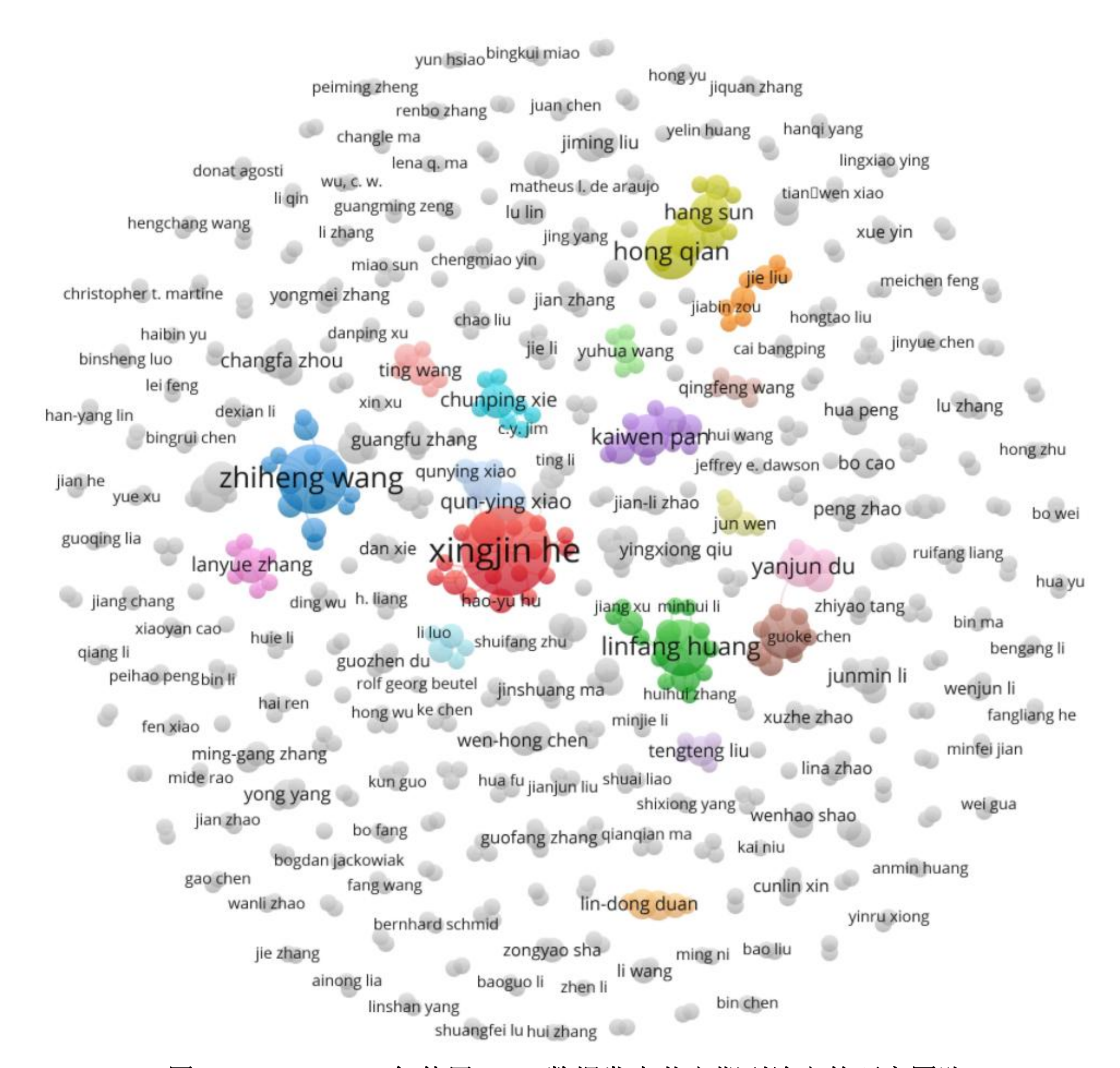


图 4　2013—2023 年使用 NSII 数据发表英文期刊论文的研究团队

Fig. 4　Research teams that cited NSII data to publish English journal articles from 2013 to 2023

表 6　发表期刊论文数量排名前 20 的研究团队

Table 6　Top 20 research groups regarding to the journal articles

研究团队负责人 Research group leader	中文篇数 No. of Chinese journal articles	英文篇数 No. of English journal articles	合计 Total
何兴金 He Xingjin	2	25	27
王志恒 Wang Zhiheng	4	16	20
马克平 Ma Keping	10	8	18
黄林芳 Huang Linfang	1	10	11
潘开文 Pan Kaiwen	4	6	10
钱宏 Qian Hong	0	9	9
缪绅裕 Miao Shenyu	7	0	7
孙航 Sun Hang	2	5	7
陈家辉 Chen Jiahui	4	2	6
杜彦君 Du Yanjun	1	5	6
晋玲 Jin Ling	6	0	6
张代贵 Zhang Daigui	6	0	6

chinaXiv:202308.00069v1

邓涛 Deng Tao	0	5	5
杜凡 Du Fan	5	0	5
纪力强 Ji Lijiang	2	3	5
李捷 Li Jie	3	2	5
刘宝 Liu Bao	4	1	5
马金双 Ma Jinshuang	3	2	5
邱丽氚 Qiu Lichuan	5	0	5
张光富 Zhang Guangfu	2	3	5

研究团队的国籍根据研究人员所属研究机构所在的国家进行确定，统计范围包括每篇论文的所有作者。将 822 篇期刊论文的所有研究人员按国籍进行分析后发现，研究人员分别来自中国、美国、澳大利亚、英国、德国等 50 个国家，发文量排名前 20 的国家见表 7。研究团队的国籍组成可被分为国内团队、中外合作团队、国外团队三类，对应发文量和百分比分别为 670 篇（81.51%）、139 篇（16.91%）、13 篇（1.58%）。

表 7　发表期刊论文数量排名前 20 的国家

Table 7　Top 20 countries regarding to the journal articles

国家 Country	论文篇数 No. of journal articles	国家 Country	论文篇数 No. of journal articles
中国 China	809	奥地利 Austria	7
美国 United States	67	芬兰 Finland	6
英国 United Kingdom	14	日本 Japan	6
德国 Germany	14	巴基斯坦 Pakistan	5
丹麦 Denmark	12	泰国 Thailand	5
加拿大 Canada	12	荷兰 Netherlands	5
澳大利亚 Australia	11	巴西 Brazil	4
瑞士 Switzerland	10	俄罗斯 Russia	4
法国 France	9	挪威 Norway	4
埃及 Egypt	7	西班牙 Spain	4

2.6 主要研究机构

统计 NSII 支撑的 822 篇期刊论文，发文量排名前 10 的研究机构见表 8，包括中国科学院大学、中国科学院植物研究所、中国科学院昆明植物研究所、北京大学、四川大学等。这前 10 个研究机构发文量总计为 338 篇（41.12%）。

表 8　发文量排名前 10 的研究机构

Table 8　Top 10 institutions of journal articles

研究机构 Research institution	中文篇数 No. of Chinese journal articles	英文篇数 No. of English journal articles	总数 Total
中国科学院大学	39	58	97
中国科学院植物研究所	41	41	82
中国科学院昆明植物研究所	18	33	51
北京大学	9	35	44

四川大学	6	37	43
南京林业大学	13	21	34
北京林业大学	16	16	32
西南林业大学	19	6	25
云南大学	7	18	25
中国科学院成都生物研究所	10	13	23

注：由于一篇论文可能涉及多个研究机构，即一篇论文可能被不同的研究机构分别统计，故 338 篇不为表 8 中的 10 个研究机构发文篇数之和。

Note: Due to the possibility that an article may involve multiple research institutions, i.e., an article may be separately counted by different research institutions, therefore, 338 articles are not equal to the sum of the number of articles published by the 10 research institutions in Table 8.

2.7 同类数据库的黏连性

根据是否引用 NSII 的数据可以将 NSII 支撑发表的论文分为两类，一类为引用了 NSII 的数据，另一类为仅提及 NSII。如果论文在引用 NSII 数据的同时也引用了其他同类数据库，则说明这些数据库具有黏连性。

统计结果显示，在 822 篇期刊论文中，有 651 篇（79.20%）论文引用了 NSII 的数据，其中 491 篇（59.73%）论文同时也引用了其他同类数据库。在引用的其他同类数据库中，以中国数字植物标本馆（CVH）、全球生物多样性信息网络（GBIF）、中国植物图像库（PPBC）和中国自然标本馆（CFH）出现频率较高，分别有 347 篇（42.21%）、266 篇（32.36%）、45 篇（5.47%）和 29 篇（3.53%）。

3 讨论

3.1 更为多元的经费支持渠道

2022 年 12 月 19 日，联合国《生物多样性公约》第十五次缔约方大会（COP15）达成“昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架”（Kunming–Montreal Global Biodiversity Framework，简称“昆蒙框架”）。“昆蒙框架”制定了未来一段时期全球范围内生物多样性保护的重要行动计划，包括将生物多样性及其多重价值纳入经济和社会活动的主流，全面覆盖政府、企业、公众不同行为主体（张丽荣等，2023）。目前 NSII 支撑的论文主要经费来源为是部委及科研院所项目、省市级项目、高校项目等政府资助，企业和公众的资金来源较少，国际合作项目资助产出的论文也比较少。这主要与我国生物多样性发展与研究的形式密不可分。一方面，研究历史较短，主要集中在研究机构、高校等单位，企业与公众参与度较低；另一方面，经济发展到一定程度，才会有更多行业关注生态。伴随生态文明建设进程，以及“构建地球生命共同体”相关举措的推进，金融机构、投资者和企业参与生物多样性项目的意愿得到大幅提升（王也等，2022），公众及国际组织也有更多机会参与到我国生物多样性相关研究中来（蔡晓梅等，2023；徐向梅，2023），我国生物多样性研究的经费支持渠道将更为多元。

3.2 NSII 数据从多个维度被广泛使用

生物多样性一词本身具有生物地理学的含义，主要包括遗传、物种和生态系统三个水平的多样性（马克平，1993）。在 NSII 支撑的期刊论文中，79.20%的论文直接引用了 NSII 的数据。从数据支撑的研究尺度来看，小至县级及以下（周毅等，2019；薛峬等，2020），大至全球（Liu et al., 2021；Du et al., 2023），NSII 数据在不同的研究尺度上均发挥了作用。NSII 的数据之所以能够支撑不同地理尺度的生物多样性研究，这与 NSII 的数据特点有关。

chinaXiv:202308.00069v1

ChinaXiv合作期刊

NSII 是目前国内最大的生物标本数据平台，收录了不同类型的生物标本数据。NSII 生物标本上的分布数据记录具有比较详细的地理位置甚或经纬度坐标，且大多被分类学家鉴定，所以数据具有较高的质量。这些重要的物种信息和相应的分布数据是支撑科研人员进行不同地理尺度生物多样性研究的基础。

在研究对象方面，NSII 数据支撑了植物（郭飞龙等，2020；Liu et al., 2023）、动物（蒋丽华等，2019；Huang et al., 2021）和微生物（Wei et al., 2021; Sun et al., 2021）等不同类群的研究，研究水平包括遗传（童芬等，2016；王天翼等，2021）、物种（王芳等，2019；牟村等，2019）和生态系统水平（余潇等，2019；刘兴良等，2022）。NSII 支撑的植物研究相较于动物和微生物更多，研究植物的团队和人员更多（图 3、图 4 和表 8），这不仅与 NSII 的植物数据的数量和质量有较大关系，也由于 NSII 的牵头单位为中国科学院植物研究所，因此在植物相关领域做的推广更多。

3.3 NSII 支撑的研究热点

本文以 NSII 支撑的 822 篇期刊论文为数据源，采用 VOSviewer 软件分析论文的研究热点与发展趋势。分析结果显示，MaxEnt 模型和气候变化是当前生物多样性研究的两个热点。MaxEnt 模型是物种分布模型的一种，广泛应用于物种资源管理与可持续利用（Liu et al., 2018）、物种保护决策（缪绅裕等，2020；叶锦等，2022）、入侵物种防控（杜志喧等，2021；陈剑等，2021；徐文力等，2022）、气候变化对物种分布的影响（周润等，2021；牛若恺等，2021；陈冰瑞等，2022）等方面的研究中。

气候变化是当前人类面临的最严峻的环境问题，联合国政府间气候变化专门委员会 IPCC 第五次评估报告指出，相比于 1850—1900 年，21 世纪末全球气温增幅可能超过 1.5 ℃，在 RCP6.0 和 RCP8.5 情景下，温度升高可能超过 2 ℃（Stocker et al., 2014）。气候变化对植物的生长发育、地理分布及种群数量大小等都会产生极大的影响（Pounds et al., 2006）。越来越多的研究表明，气候变暖可能会导致植物适生区范围减小，使得植物向高海拔、高纬度地区迁移。然而，气候变化对不同植物的影响不同，因此研究植物对气候变化的响应对保护生物多样性具有重要意义。随着对气候变化的深入研究和地理信息科学的发展，物种分布模型成为研究气候变化对物种地理分布影响的重要手段（赵儒楠等，2019）。

综上所述，在 NSII 支撑论文的研究热点中，MaxEnt 模型和气候变化作为数据应用的重点方向。物种分布数据是 MaxEnt 模型的应用和气候变化引起物种分布变化等研究的基础数据。基于标本的物种分布数据的建设主要得益于生物多样性信息学的发展。生物多样性信息学是一个新兴的学科，它通过收集、整理、整合、分析、预测和传播与生物多样性有关的数据，为生物多样性保护和可持续利用的决策提供信息（Hardisty & Roberts, 2013）。数据是生物多样性信息学发展的基础，其中的物种名称和分布地信息最为重要。中国物种数据以生物多样性编目、标本数据、彩色照片、文献志书及基于各类重大项目所产生的数据为核心。对 NSII 支撑的论文进行分析，也是对生物分布数据支撑的研究热点的分析和预测。

3.4 NSII 数据在国际上的影响

从中、英文期刊论文的数量及研究团队的统计可以看出，NSII 具有较高的国际影响力。很多国内研究团队也更愿意用 NSII 的数据发表英文论文，比如 He Xingjin（何兴金）和 Wang Zhiheng（王志恒）团队。同时善于用 NSII 数据发表英文论文的研究团队很少尝试用 NSII 数据发表中文论文。国内学者发表英文论文提高了 NSII 在国际上的影响力。

2013—2019 年，是 NSII 标本数据快速增长的阶段，每年增长数据保持在 60~100 万条（图 5）。高质量的数据（Qian et al., 2018），开放的共享理念，不断增长的数据资源，是 NSII 数据得到较为广泛应用的基础。

chinaXiv:202308.00069v1

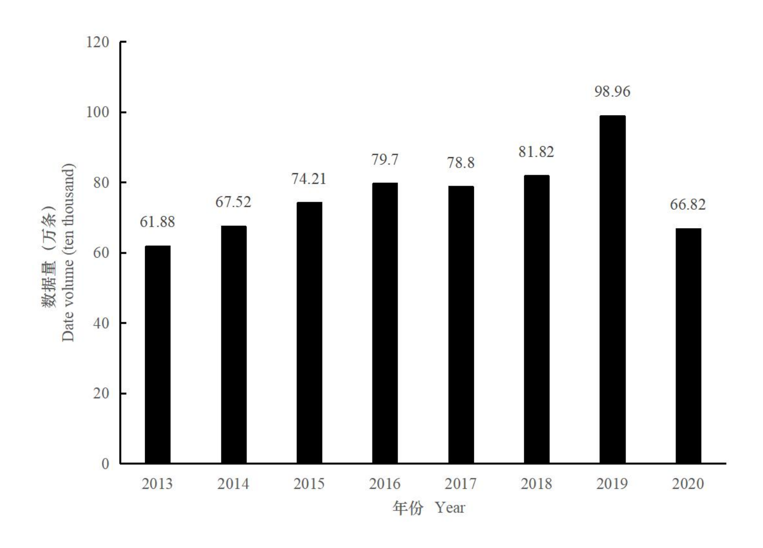


图 5　NSII 数字化标本数据的年度增量

Fig. 5　Annual increment of digitized specimen data of NSII

数据的增长和持续的宣传增加了 NSII 的影响力，越来越多的国内和国外研究机构、团队使用 NSII 数据支撑研究。2013—2023 年间，NSII 数据支撑的期刊论文数量呈逐年增长趋势（图 6）。NSII 数据与国外同类数据库的联系也更加密切。在引用 NSII 数据的论文中，有三分之一以上的论文同时引用了 GBIF 的数据，其中一些论文主要以 GBIF 的数据为研究对象（Qian et al., 2022；de Araujo et al., 2022）。

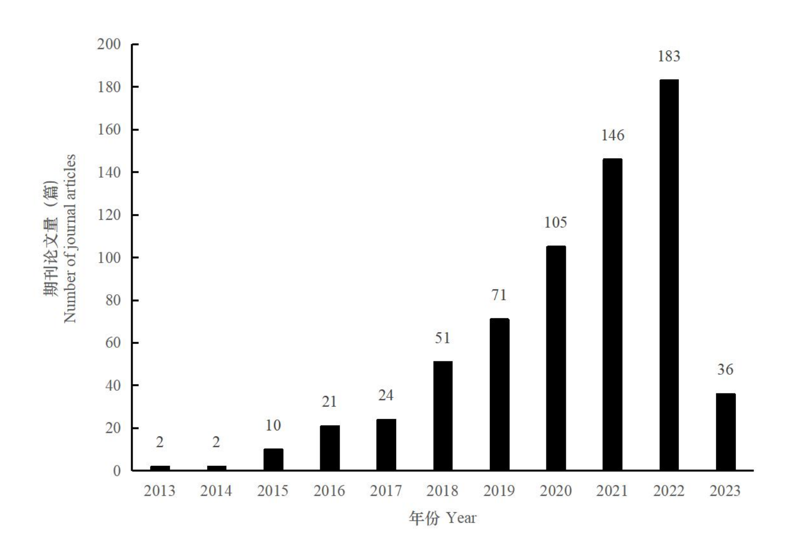


图 6　NSII 数据支撑的期刊论文年度增量

Fig. 6　Annual increment of journal articles supported by NSII Data

随着数据的不断开放，NSII 的标本数据与 GBIF 的数据也在不断融合。截至 2023 年 5 月 4 日，NSII 已有 450 万份的标本数据实现与 GBIF 的互联互通。在过去 10 年中，引用 GBIF 数据的论文数量一直在稳步增长，目前平均每天将近四篇论文引用了 GBIF 的数据。随着 GBIF 的发展，NSII 的数据也将被全球更多科研人员了解并免费下载使用。

除 GBIF 外，在引用 NSII 数据的期刊论文中，美国标本数字化平台 (iDigBio)和澳大利亚生物多样性信息系统(ALA)等国外数据平台的数据也被关联使用（Raes et al., 2020; Fawcett et al., 2022）。从研究机构来看，NSII 数据正被越来越多的国外机构进行生物多样性研究，尤其是进行中国生物多样性研究使用。NSII 数据的国际影响力得到进一步提升。

chinaXiv:202308.00069v1

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202308.00069v1

4 展望

生物多样性数据和信息的可用性，以及有效利用数据和信息的能力，将成为未来科学研究的重要指标。发展“动员、管理、出版和使用生物多样性数据”的能力可以支持生物多样性战略，这需要可靠和准确的数据（Parker-Allie et al., 2021）。生物多样性战略植根于众多的国际公约等，包括《生物多样性公约》（CBD）、《濒危野生动植物种国际贸易公约》（CITES）、《联合国防治荒漠化公约》（UNCCD）、《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）、生物多样性和生态系统服务科学政策平台（IPBES）和可持续发展目标（SDG）等。

通过对 NSII 数据支撑的论文进行分析可见，中国已经建成了服务于生物多样性研究的比较规范的数据平台，并在国内外有一定的影响力。在未来的数据平台建设中，仍然需要从多个维度，共同发力，打好数据基础。一要加强国家顶层设计，重视生物多样性大数据资源的整合，形成功能更加强大的综合信息平台。特别需要加强多源数据的整合和共享力度，达成数据共享协调机制和模式，在数据联合编目和应用程序编程接口（API）交互的基础上，进一步打通不同部门、不同机构之间数据相互孤立的局面。加大数据的共享力度，当前整个亚洲数据的共享水平较欧美国家有很大差异。在国内探索互惠互利的多方合作机制（包括学术机构、政府机构、出版机构、公民科学平台和社交媒体等），促进数据利益相关方相互认同的“软环境”建设。二要持续开展原始数据的数字化建设和共享工作，建立好大数据平台与数据源的联系，只有源源不断的数据源才能使数据保持更新。尽管中国已经数字化了 1 600 余万份动植物标本并进行了在线共享，但相对中国标本馆藏量而言，数字化程度还需要大幅提高（肖翠等，2018）。另外，馆藏文献资源含有大量的调查、观测和分布数据有待整理和挖掘。三要加大对数据的开放力度和数据产品的设计和开发，参考 GBIF、生物多样性图书馆（BHL）和网络生命大百科（EOL）等国际生物多样性数据平台的做法，参考和借鉴面向 R 语言和 Python 语言的分析接口设计等功能和产品，面向科学研究、政府决策、企业创新和大众科普教育等不同数据应用场景进行设计开发，多渠道推动数据的使用，并通过用户使用反馈，优化数据的流通渠道和服务方式。四要加强生物多样性信息学方面的能力建设和共建专业学术社区，包括通过技术培训和项目实施，培养从业人员在数据生命周期各个环节的相关能力，尤其是数据挖掘的能力建设。鼓励新技术和新方法在数据采集、管理和挖掘等全生命周期流程中的利用，如红外相机技术、音视频录制技术、遥感技术、环境 DNA 技术、人工智能技术和科研工作流技术等。五要加强区域和国际合作。在亚洲地区，通过中国科学院海外科教中心、国家“一带一路”合作网络和 COP15 大会新设立的“昆明生物多样性基金”等渠道，积极“走出去”，扩展中国在亚洲地区的合作规模和影响。在全球国际合作方面，通过 GBIF、世界自然保护联盟（IUCN）、BHL、国际植物园保护联盟（BGCI）等国际平台，积极参与国际项目和事务，面向 SDG，贡献中国的生物多样性数据和案例。

参考文献：

ALTMAN M, CROSAS M, 2013. The evolution of data citation: from principles to implementation[J]. IASSIST Quarterly, 37: 62-70.

CAI XM, SU Y, WU BH, et al., 2023. Theoretical debates and innovative practices of the development of China’s nature protected area under the background of ecological civilization construction[J]. J Nat Resour, 38(4): 839-861. [蔡晓梅，苏杨，吴必虎，等，2023. 生态文明建设背景下中国自然保护地发展的理论思考与创新实践[J]. 自然资源学报，38(4)：839-861.]

CHEN BR, ZOU H, MENG XH, et al., 2022. Prediction of distribution pattern and change of suitable areas of *Bupleurum chinense* and *Bupleurum scorzonerifolium* under climate change in China[J]. Acta Ecol Sin, 42(20): 8471-8482. [陈冰瑞，邹慧，孟祥红，等，2022. 气候变化对柴胡与狭叶柴胡适生分布的影响[J]. 生态学报，42(20)：8471-8482.]

ChinaXiv合作期刊

chinaXiv:202308.00069v1

CHEN J, WANG S, ZHU F, et al., 2021. Risk evaluation of *Tithonia diversifolia* dispersal in Yunnan Province, China[J]. Guihaia, 41(5): 789-798. [陈剑，王四海，朱枫，等，2021. 外来入侵植物肿柄菊在云南的扩散风险研究[J]. 广西植物，41(5)：789-798.]
DE ARAUJO ML, QUARESMA AC, RAMOS FN, 2022. GBIF information is not enough: national database improves the inventory completeness of Amazonian epiphytes[J]. Biodivers Conserv, 31(11): 2797-2815.
DU Z, REN Z, YU B, et al., 2023. Impacts of climate change on the global distribution of *Cyclocarya paliurus*[J]. Biologia, 78(1): 41-53.
DU ZX, SU QT, ZHOU B, et al., 2021. Potential distribution of invasive species *Bidens frondosa* under different climate change scenarios in China[J]. Chin J Ecol, 40(8): 2575-2582. [杜志喧，苏启陶，周兵，等，2021. 不同气候变化情景下入侵植物大狼把草在中国的潜在分布[J]. 生态学杂志，40(8)：2575-2582.]
FAWCETT S, AGOSTI D, COLE SR, et al., 2022. Digital accessible knowledge: Mobilizing legacy data and the future of taxonomic publishing[J]. Bull Soc Syst Biol, 1(1): 1-12.
GUO FL, XU GB, MOU HL, et al., 2020. Simulation of potential spatiotemporal population dynamics of *Bretschneidera sinensis* Hemsl. based on MaxEnt model[J]. Plant Sci J, 38(2): 185-194. [郭飞龙，徐刚标，牟虹霖，等，2020. 伯乐树潜在地理分布时空格局模拟[J]. 植物科学学报，38(2)：185-194.]
HAMPTON SE, STRASSER CA, TEWKSBURY JJ, et al., 2013. Big data and the future of ecology[J]. Front Ecol Environ, 11(3): 156-162.
HARDISTY A, ROBERTS D, 2013. A decadal view of biodiversity informatics: challenges and priorities[J]. BMC Ecol, 13(1): 1-23.
HUANG Z, HUANG A, DAWSON TP, et al., 2021. The effects of the spatial extent on modelling giant panda distributions using ecological niche models[J]. Sustainability, 13(21): 11707.
JIANG LH, GAO JQ, WAN JZ, 2019. Potential habitat and priority protection area of cranes with climate change in the Great Xing'an Mountains, China[J]. Chin J Appl Ecol, 30(7): 2457-2469. [蒋丽华，高俊琴，万基中，2019. 气候变化下大兴安岭地区鹤类潜在分布及优先保护区[J]. 应用生态学报，30(7)：2457-2469.]
LI QQ, JIN XB, ZHANG XL, et al., 2023. Comparison and evaluation of the ecological network construction method based on principles of landscape ecology[J]. Acta Ecol Sin, 2023, 43(4): 1461-1473. [李权荃，金晓斌，张晓琳，等，2023. 基于景观生态学原理的生态网络构建方法比较与评价[J]. 生态学报，43(4)：1461-1473.]
LIU C, CHEN L, TANG W, et al., 2018. Predicting potential distribution and evaluating suitable soil condition of oil tea *Camellia* in China[J]. Forests, 9(8): 487.
LIU J, WANG L, SUN C, et al., 2021. Global distribution of soapberries (*Sapindus* L.) habitats under current and future climate scenarios[J]. Sci Rep, 11(1): 19740.
LIU XJ, SUN XG, 2023. *Liparis tianchiens*is (Orchidaceae), a new species from Gansu, China[J]. PhytoKeys, 219: 27-33.
LIU XL, YANG WJ, LIU S, et al., 2022. Relationship between *Abies* plant community and giant panda distribution in giant panda habitat[J]. J Sichuan For Sci Technol, 43(2): 1-20. [刘兴良，杨文静，刘杉，等，2022. 大熊猫栖息地冷杉属植物群落与大熊猫分布的关系[J]. 四川林业科技，43(2)：1-20.]
MA KP, 1993. On the Concept of Biodiversity[J]. Biodivers Sci, 1(1): 20-22. [马克平，1993. 试论生物多样性的概念[J]. 生物多样性，1(1)：20-22.]
MA XM, CHEN XJ, LIU YN, et al, 2023. Research hotspots and development trends in China's aerospace field—Based on bibliometric analysis from 2016-2020[J]. Science Watch, 18(1): 57-66. [马雪梅，陈学娟，刘雅楠，等，2023. 中国航天领域研究热点及发展趋势——基于2016-2020年文献计量分析[J]. 科学观察，18(1)：57-66.]
MALDONADO C, MOLINA CI, ZIZKA A, et al., 2015. Estimating species diversity and distribution in the era of Big Data: to what extent can we trust public databases?[J]. Global Ecol Biogeogr, 24(8): 973-984.
MIAO SY, HUANG HZ, LI YK, et al., 2020. Resource survey and protection of the key national protected species *Firmiana danxiaensis* endemic to Guangdong, China[J]. Subtrop Plant Sci, 49(1): 71-75. [缪绅裕，黄华章，李远球，等，2020. 广东特有国家保护植物丹霞梧桐资源调查与保护研究[J]. 亚热带植物科学，49(1)：71-75.]
MOU C, PENG CL, ZHANG F, 2019. Analysis of species diversity of Gesneriaceae plants in Hunan[J]. Guangxi Sci, 26(1): 141-145. [牟村，彭春良，张帆，2019. 湖南省苦苣苔科植物物种多样性分析[J]. 广西科学，26(1)：141-145.]

ChinaXiv合作期刊

NIU RK, GAO RH, HOU YQ, et al., 2021. Prediction of the geographic distribution of *Ammopiptanthus mongolicus* under climate change[J]. J NW For Acad, 36(1): 102-107. [牛若恺，高润红，侯艳青，等，2021. 气候变化下沙冬青适宜分布区预测[J]. 西北林学院学报，6(1)：102-107.]
PARKER-ALLIE F, PANDO F, TELENIUS A, et al., 2021. Towards a post-graduate level curriculum for biodiversity informatics. Perspectives from the Global Biodiversity Information Facility (GBIF) community[J]. Biodivers Data J, 9: e68010.
POUNDS JA, BUSTAMANTE MR, COLOMA LA, et al., 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming[J]. Nature, 439(7073): 161-167.
QI P, LIU HT, 2021. The connotation of General Secretary Xi Jinping’s important expositions on biodiversity conservation[J]. J Shandong Univ Technol Soc Sci Ed, 37(4): 21-27. [齐萍，刘海涛，2021. 习近平总书记生物多样性保护重要论述的内涵意蕴[J]. 山东理工大学学报(社会科学版)，37(4)：21-27.]
QIAN H, DENG T, BECK J, et al., 2018. Incomplete species lists derived from global and regional specimen-record databases affect macroecological analyses: A case study on the vascular plants of China[J]. J Biogeogr, 45(12): 2718-2729.
QIAN H, ZHANG J, JIANG MC, 2022. Global patterns of fern species diversity: An evaluation of fern data in GBIF[J]. Plant Divers, 44(2): 135-140.
RAES N, CASINO A, GOODSON H, et al., 2020. White paper on the alignment and interoperability between the Distributed System of Scientific Collections (DiSSCo) and EU infrastructures—The case of the European Environment Agency (EEA)[J]. Res Ideas Outcomes Res Idea Outcomes, 6: e62361.
STOCKER TF, QIN D, PLATTNER GK, et al., 2013. Climate change 2013: the physical science basis: Working Group I contribution to the Fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change[M]. London: Cambridge university press.
SUN X, PEI J, ZHAO L, et al., 2021. Fighting climate change: soil bacteria communities and topography play a role in plant colonization of desert areas[J]. Environ Microbiol, 23(11): 6876-6894.
TONG F, XIE DF, ZENG XM, et al., 2016. Genetic diversity of *Paeonia decomposita* and *Paeoniadecom posita* subsp. *rotundiloba* detected by ISSR markers[J]. Acta Bot Boreal-Occident Sin, 36(10): 1968-1976. [童芬，谢登峰，曾心美，等，2016. 四川牡丹和圆裂四川牡丹遗传多样性的 ISSR 分析[J]. 西北植物学报，36(10)：1968-1976.]
VAN ECK NJ, WALTMAN L, 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping[J]. Scientometrics, 84(2): 523-538.
WANG F, XIONG Z, YAN XD, et al., 2019. Geographical distribution pattern of species diversity of the Genus *Salix* L. and its relationship with climate in China[J]. Climatic Environ Res, 24(2): 262-276. [王芳，熊喆，延晓冬，等，2019. 区域气候与中国柳属物种多样性格局的关系研究[J]. 气候与环境研究，24(2)：262-276.]
WANG TY, XU Y, WANG LY, et al., 2021. Genetic differentiation and genetic diversity of *Hippophae rhamnoides* subsp. *sinensis* and *H. rhamnoides* subsp. *yunnanensis*[J]. For Res, 34(4): 13-21. [王天翼，徐悦，王罗云，等，2021. 中国沙棘和云南沙棘的遗传分化及遗传多样性[J]. 林业科学研究，34(4)：13-21.]
WANG X, ZHANG F, ZHANG J, 2017. Biodiversity information resources. I. Species distribution, catalogue, phylogeny, and life history traits[J]. Biodivers Sci, 25(11): 1223-1238.
WANG Y, ZHANG FC, NAN X, et al., 2022. Financial issues of the convention on biological diversity and its reference for China’s CBD implementation[J]. Biodivers Sci, 30(11): 42-48. [王也，张风春，南希，等，2022. 《生物多样性公约》资金问题分析及对我国履约的启示[J]. 生物多样性，30(11)：42-48.]
WEI Y, ZHANG L, WANG J, et al., 2021. Chinese caterpillar fungus (*Ophiocordyceps sinensis*) in China: Current distribution, trading, and futures under climate change and over exploitation[J]. Sci Total Environ, 755: 142548.
XIAO C, LI MY, YE F, et al., 2018. Exploration of the development direction of NSII based on 10 million specimen records[J]. Res Inform Technol Appl, 9(5): 7-26. [肖翠，李明媛，叶芳，等，2018. 基于千万标本记录的 NSII 发展方向的探索[J]. 科研信息化技术与应用，9(5)：7-26.]
XIAO C, LUO HR, CHEN TM, et al, 2017. Analysis of the progress and status of digitalization of national specimen resource sharing platform[J]. Res Inform Technol Appl, 8(4): 6-12. [肖翠，雒

chinaXiv:202308.00069v1

ChinaXiv合作期刊

海瑞，陈铁梅，等，2017. 国家标本资源共享平台数字化进展与现状分析[J]. 科研信息化技术与应用，8(4)：6-12.]
XU WL, LI QK, Yang X, et al., 2022. Prediction of potential distribution of the invasive plant *Tagetes minuta* L. (Wild Marigold) in Tibet under climate change[J]. Acta Ecol Sin, 42(17): 7266-7277. [徐文力，李庆康，杨潇，等，2022. 气候变化情景下西藏入侵植物印加孔雀草的潜在分布预测[J]. 生态学报，42(17)：7266-7277.]
XU XM, 2023. Central Asian countries' special nature reserve management system and the direction of China's cooperation with them[J]. Siberian Stud, 50(2): 104-117. [徐向梅，2023. 中亚国家特殊自然保护区管理制度及中国与其合作方向[J].西伯利亚研究，50(2)：104-117.]
XU ZP, CHEN B, WANG LS, et al., 2014. Research progress and development trend of biodiversity informatics[M]//Annals of New Biology 2013. Beijing: Science Press: 290-312. [许哲平，陈彬，王立松，等，2014. 生物多样性信息学研究进展与发展趋势[M]//新生物学年鉴 2013. 北京：科学出版社：290-312].
XUE D, SHI MC, DING GD, et al., 2020. Suitability of plants in Hunshandake sandy land: Taking Zhenglanqi sandy land innner Mongolia Autonorous Region as an example[J]. J Chin Agric Univ, 25(8): 84-99. [薛頔，史明昌，丁国栋，等，2020. 浑善达克沙地植物适宜性研究——以内蒙古自治区正蓝旗沙地区为例[J]. 中国农业大学学报，25(8)：84-99.]
YANG LS, DENG HY, LIAO XY, et al., 2022. Progress and prospect of the science and technology supporting a Beautiful China initiative[J]. Chin J Environ Manag, 14(6): 17-24. [杨林生，邓浩宇，廖晓勇，等. 科技支撑美丽中国建设的进展和展望[J]. 中国环境管理，14(6)：17-24.]
YE J, HU JM, WU RD, et al., 2022. Systematic planning of micro-priority areas in priority areas for biodiversity conservation in the Southeastern Himalaya Biodiversity Priority Conservation[J]. Chin J Ecol, 41(9): 1862-1872. [叶锦，胡金明，武瑞东，等，2022. 喜马拉雅东南部生物多样性保护优先区域微优先区系统规划[J]. 生态学杂志，41(9)：1862-1872.]
YU X, GENG MQ, DENG LL, 2019. Study on population characteristics and community characteristics of endangered species *Pterospermum menglunense*[J]. J Hubei Minzu Univ Nat Sci Ed, 37(1): 1-5. [余潇，耿梦青，邓莉兰，2019. 濒危植物勐仑翅子树种群和群落学研究[J]. 湖北民族学院学报(自然科学版)，37(1)：1-5.]
ZHANG DF, ZHANG Q, GUO J, et al., 2017. Research on the global ecological suitability and characteristics of regions with *Angelica sinensis* based on the MaxEnt model[J]. Acta Ecol Sin, 37(15): 5111-5120. [张东方，张琴，郭杰，等，2017. 基于 MaxEnt 模型的当归全球生态适宜区和生态特征研究[J]. 生态学报，37(15)：5111-5120.]
ZHANG LR, LUO M, ZHU ZX, et al., 2023. Analysis on the implementation path of biodiversity mainstreaming in China under the guidance of 'Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework'[J/OL].Guihaia:1-14[2023-07-23].http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1134.Q.20230711.0858.002.html. [张丽荣，罗明，朱振肖，等，2023. "昆明-蒙特利尔全球生物多样性框架"指引下我国生物多样性主流化实施路径探析[J/OL]. 广西植物：1-14[2023-07-23].http://kns.cnki.net/kcms/detail/45.1134.Q.20230711.0858.002.html.]
ZHAO RN, HE QQ, CHU XJ, et al., 2019. Prediction of potential distribution of *Carpinus cordata* in China under climate change[J]. Chin J Appl Ecol, 30(11): 3833-3843. [赵儒楠，何倩倩，褚晓洁，等，2019. 气候变化下千金榆在我国潜在分布区预测[J]. 应用生态学报，30(11)：3833-3843.]
ZHOU R, CI XQ, XIAO JH, et al., 2021. Effects and conservation assessment of climate change on the dominant group—The genus *Cinnamomum* of subtropical evergreen broad-leaved forests[J]. Biodivers Sci, 29(6): 697-711. [周润，慈秀芹，肖建华，等，2021. 气候变化对亚热带常绿阔叶林优势类群樟属植物的影响及保护评估[J]. 生物多样性，29(6): 697-711.]
ZHOU Y, YANG TY, RAN JC, et al., 2019. A catalogue of animal type specimens from the Libo World Nature Heritage Site, China[J]. Biodivers Sci, 27(12): 1345-1351. [周毅，杨天友，冉景丞，等，2019. 中国荔波世界自然遗产地动物模式标本名录[J]. 生物多样性，27(12)：1345-1351.]

chinaXiv:202308.00069v1